

⑤

Int. Cl. 2:

H 01 L 23-48

⑯ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

H 01 L 21-18

DEUTSCHES



PATENTAMT

DT 23 40 423 A1

⑪

Offenlegungsschrift 23 40 423

⑫

Aktenzeichen:

P 23 40 423.1

⑬

Anmeldetag:

9. 8. 73

⑭

Offenlegungstag:

20. 2. 75

⑳

Unionspriorität:

⑳ ㉑ ㉒

—

㉔

Bezeichnung:

Weichgelötete Kontakthanordnung

㉖

Anmelder:

Siemens AG, 1000 Berlin u. 8000 München

㉗

Erfinder:

Wölfe, Rudolf, Dipl.-Phys., 8031 Gilching; Deyl, Vladimir, Dipl.-Chem.,
8000 München

DT 23 40 423 A1

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Berlin und München

München 2, den ^{-9 AUG 1973}
Wittelsbacherplatz 2

VPA 73/1149

Weichgelötete Kontaktanordnung

Die Erfindung betrifft eine weichgelötete Kontaktanordnung für ein elektrisches Bauelement, insbesondere ein Halbleiterbauelement, das in einer Substratscheibe vorgesehen ist, bei dem auf mindestens der einen Oberfläche der Substratscheibe an zumindest einem Teil dieser Oberfläche eine Aluminiumschicht vorgesehen ist.

Es wurde bereits diskutiert, wie in Fig. 1 dargestellt, beidseitig auf zwei gegenüberliegenden Oberflächen einer Siliciumsubstratscheibe 1 eine Schichtenfolge aus einer Nickelsilicidschicht 2, Nickelschicht 3 und Bleischicht 4 abzuscheiden.

Weiterhin wurde angeregt, wie aus Fig. 2 ersichtlich, auf einer Oberfläche einer Siliciumsubstratscheibe 11 eine Aluminiumschicht 15 und auf der gegenüberliegenden Oberfläche der Substratscheibe eine Schichtenfolge aus einer Nickelsilicidschicht 12, Nickelschicht 13 und Bleischicht 14 abzuscheiden.

Da für den Anschluß auf der Bodenplatte eine Weichlötung vorgesehen ist, stellt sich die Frage, inwieweit eine weichgelötete Kontaktanordnung, wie sie Fig. 1 darstellt,

VPA 9/110/3064
Kus/Nem

- 2 -

509808/0954

für elektrische Bauelemente brauchbar ist. Es zeigt sich jedoch, daß sich bei einer weichgelöteten Kontaktanordnung mit einer Schichtenfolge wie in Fig. 1, Nachteile elektrischer Art für ein so hergestelltes elektrisches Bauelement ergeben. Das Aufbringen einer Aluminiumschicht auf die Siliciumsubstratscheibe beseitigt diese elektrischen Nachteile des Bauelementes. Es wäre deshalb denkbar, die der Bodenplatte abgewandte Oberfläche einer Siliciumschicht nur mit Aluminium zu beschichten, wie in Fig. 2 dargestellt. Durch die eine Schichtenfolge aus einer Nickelsilicidschicht, Nickelschicht, Bleischicht gegen die Bodenplatte hin, wäre eine Weichlötung auf der Bodenplatte möglich, während die Aluminiumschicht die erwünschten elektrischen Eigenschaften für die Kontakte des Bauelements liefert. In diesem Fall müßte mit Aluminiumdraht kontaktiert werden, beispielsweise durch Ultraschall, was jedoch zu Nachteilen und Schwierigkeiten bei der Montage führt. Um die gewünschten elektrischen Vorteile für die Bauelemente zu erlangen und gleichzeitig die Vorteile bei der Montage der Bauelemente zu nutzen, wäre es somit wünschenswert, auf der Aluminiumschicht eine Weichlötung der Kontakte zu erreichen.

Aufgabe der Erfindung ist es, Aluminiumschichten, welche auf elektrischen Bauelementen angebracht sind, so zu vergüten, daß sie weichlötbar sind.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine auf der Aluminiumschicht vorgesehene Nickelschicht und eine auf der Nickelschicht aufgebrachte niedrigschmelzende Lotschicht gelöst.

Diese Erfindung bringt für die elektrischen Bauelemente folgende Vorteile: Eine geringere Sättigungsspannung, geringere Wärmeverluste und eine hohe Stoßstrombelastbarkeit, welche die Wärmekapazität des Lotes ermöglicht.

Eine Weiterbildung der Erfindung besteht darin, daß die Nickelschicht 1 bis 10 Gew.% Kupfer aufweist.

Ein weiterer Vorteil ergibt sich aus der Verwendung eines Lotes, das zumindest teilweise Blei enthält, da dieses bei einem elektrischen Bauelement eine hohe Stoßstrombelastbarkeit bewirkt, welche durch die hohe Wärmekapazität des Bleis verursacht wird.

Eine Weiterbildung der Erfindung besteht darin, daß die Lotschicht 3 bis 6 Gew.% Zinn aufweist.

Außerdem ist es vorteilhaft, daß die Nickelschicht nach einem Anätzen und einer Aktivierung der Aluminiumschicht in einem Nickelbad stromlos aufgebracht wird und daß auf der Nickelschicht die Lotschicht abgeschieden wird.

Eine Weiterbildung der Erfindung besteht darin, daß nach dem Aufbringen der Nickelschicht eine 0,05 bis 0,2 μ m dicke, insbesondere 0,1 μ m dicke, Goldschicht aufgebracht wird, die sich nach dem Abscheiden der Lotschicht in dieser löst. Die Vorteile der Goldschicht bestehen darin, daß sie eine Schutzschicht für die Nickelschicht bildet und bei gewissen Loten eine bessere Benetzung der Nickelschicht mit Lot bewirkt.

Weiterhin ist es vorteilhaft, daß das Abscheiden der Lotschicht durch Tauchen in ein Lotbad erfolgt.

Schließlich besteht eine Weiterbildung der Erfindung darin, daß die andere der einen gegenüberliegenden Oberfläche der Substratscheibe eine Nickelsilicidschicht enthält und daß

509808/0954

diese Nickelsilicidschicht mit einer 0,5 bis 2 μ m dicken, insbesondere 1 μ m dicken, Nickelschicht und des weiteren mit einer darauf angeordneten 30 bis 70 μ m dicken, insbesondere 50 μ m dicken, Schicht aus niedrigschmelzendem Lot versehen ist, wobei die Beschichtung mit Nickel und Lot der beiden gegenüberliegenden Oberflächen vorzugsweise gleichzeitig durchführbar ist und wobei vorzugsweise nach Aufbringen der Nickelschicht eine 0,05 bis 0,2 μ m dicke, insbesondere 0,1 μ m dicke, Goldschicht vorgesehen ist.

Eine derartige Ausgestaltung des Herstellungsverfahrens bringt wirtschaftliche Vorteile, welche durch die gleichzeitige Kontaktierung der Rück- und Vorderseite der Substratscheibe bedingt sind. Die gleichzeitige Kontaktierung von Rück- und Vorderseite der Substratscheiben kann beispielsweise mittels Halteblechen erfolgen. Weiterhin läßt sich dieses Verfahren rationalisieren und automatisieren.

Nachfolgend wird die Erfindung an Hand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1: Einen Querschnitt durch eine Siliciumsubstratscheibe, beidseitig mit einer Nickelsilicidschicht, Nickelschicht und einer Bleischicht versehen.
- Fig. 2: Einen Querschnitt durch eine Siliciumsubstratscheibe, einseitig mit einer Aluminiumschicht und auf der gegenüberliegenden Oberfläche mit einer Nickelsilicidschicht, Nickelschicht und einer Bleischicht versehen.
- Fig. 3: Einen Querschnitt durch eine Substratscheibe, einseitig mit einer Aluminiumschicht, Nickelschicht und einer Lotschicht und auf der gegenüberliegenden Oberfläche mit einer Nickelsilicidschicht, Nickelschicht und einer Lotschicht versehen.

Fig. 4: Einen Querschnitt durch eine Substratscheibe, einseitig mit einer Aluminiumschicht, Nickelschicht und einer Goldschicht und auf der gegenüberliegenden anderen Oberfläche mit einer Nickelsilicidschicht, Nickelschicht und einer Goldschicht versehen.

Fig. 5: Einen Querschnitt durch ein erfindungsgemäß hergestelltes Halbleiterbauelement.

Fig. 6: Einen Querschnitt durch ein thermostatisiertes Bad zur Beschichtung von erfindungsgemäß herzustellenden Halbleiterbauelementen.

Die Fig. 1 und 2 wurden bereits anfangs beschrieben.

Fig. 3 stellt einen Querschnitt durch eine erfindungsgemäß beschichtete Substratscheibe 21 dar. Die eine Oberfläche der Substratscheibe ist mit einer 2 bis 10 μm dicken, insbesondere 6 μm dicken, Aluminiumschicht 25, einer darauf abgeschiedenen 0,5 bis 2 μm dicken, insbesondere 1 μm dicken, Nickelschicht 23 und einer auf dieser Nickelschicht abgeschiedenen 30 bis 70 μm dicken, insbesondere 50 μm dicken, Lotschicht 24 versehen. Die andere dieser Oberfläche gegenüberliegende Oberfläche der Substratscheibe weist eine Beschichtung mit einer 0,5 bis 2 μm dicken, insbesondere 1 μm dicken, Nickelsilicidschicht 22, einer 0,5 bis 2 μm dicken, insbesondere 1 μm dicken, Nickelschicht 23 und einer 30 bis 70 μm dicken, insbesondere 50 μm dicken, Lotschicht 24 auf.

Fig. 4 stellt wiederum einen Querschnitt durch eine Substratscheibe 31 dar, welche auf einer Oberfläche mit einer 2 bis 10 μm dicken, insbesondere 6 μm dicken, Aluminiumschicht 36, einer 0,5 bis 2 μm dicken, insbesondere 1 μm dicken, Nickelschicht 33 und einer 0,05 bis 0,2 μm dicken, insbesondere 0,1 μm dicken, Goldschicht 34 versehen ist, während die andere, dieser gegenüberliegende Oberfläche eine Schichtenfolge aus einer 0,5 bis 2 μm dicken, insbesondere 1 μm dicken, Nickelsilicidschicht 32, einer 0,5 bis 2 μm dicken, insbesondere 1 μm dicken, Nickelschicht 33 und einer 0,05 bis 0,2 μm dicken, insbesondere 0,1 μm dicken, Goldschicht 34 aufweist.

509808/0954

Fig. 5 stellt einen Querschnitt durch ein erfindungsgemäß hergestelltes Halbleiterbauelement dar, welches mehrere Transistoren enthält. Einem n-dotierten Halbleiterbereich 41 der Substratscheibe 40 ist ein p-dotierter Halbleiterbereich 47 überlagert, und in diesen sind wiederum n⁺-dotierte Halbleiterbereiche 48 eingelagert. Über den n⁺-dotierten Halbleiterbereichen befinden sich die Kontaktanordnungen, die eine Schichtenfolge aus einer Aluminiumschicht 45, einer Nickelschicht 43 und einer niedrigschmelzenden Lotschicht 44 aufweisen. Zwischen den einzelnen Kontakten sind auf derselben Oberfläche SiO₂-Bereiche 46 dargestellt. Die andere dieser gegenüberliegenden Oberfläche der Substratscheibe weist eine Schichtenfolge aus einer Nickelsilicidschicht 42, einer Nickelschicht 43 und einer niedrigschmelzenden Lotschicht 44 auf.

Fig. 6 stellt einen Querschnitt durch ein thermostatisiertes Bad zur Beschichtung von erfindungsgemäß herzustellenden Halbleiterbauelementen dar. Die teilweise bereits beschichteten Substratscheiben 51 werden auf einem Träger 54 in das Bad 52 eingebracht. Dieses Bad 52 kann je nach beabsichtigter Beschichtung eine stromlos nickelabscheidende oder stromlos goldabscheidende Flüssigkeit oder auch eine Lotschmelze darstellen. Die Badflüssigkeit ist über den Einflußstutzen 56 und den Ausflußstutzen 55 auswechselbar. Die Substratscheibenbeschichtung kann ein- oder beidseitig erfolgen; sie kann ebenfalls über eine ganze Oberfläche oder nur über Teile derselben erfolgen. Bei teilweiser Oberflächenbeschichtung werden die zu beschichtenden Teile in üblicher Weise abgedeckt, oder aber mit SiO₂-Bereichen versehen, da sich auf diesen weder Nickel, Gold noch die verwendeten Lotschmelzen abscheiden.

Der Badbehälter 53 befindet sich in einer Thermostatenflüssigkeit 58, welche mittels einer Heizung 59 erwärmt wird.

Die Regelung der Badtemperatur erfolgt durch das Kontaktthermometer 60, welches über ein Relais 61 den Heizspulenkreis 62 steuert. Die Spannungsquelle 70 dient lediglich zur Versorgung des Relais 61. Im Heizspulenkreis 62 liegt ein regelbarer Widerstand 64, eine Wechselstromquelle 63 und ein Relaischalter 71 in Serie. Der Thermostat enthält weiterhin einen Rührer 65. Das Thermostatengefäß 57 ist verschlossen und trägt Bohrungen zur Durchführung von Kontaktthermometer 60, Rührer 65, Einflußstutzen 56 und Ausflußstutzen 55 des Badbehälters.

Im folgenden soll ein spezielles Ausführungsbeispiel näher erläutert werden:

Es sollen beispielsweise Transistoren mit einer erfindungsgemäßen weichgelöteten Kontaktanordnung versehen werden. Dazu benutzt man, wie in Fig. 5 dargestellte Siliciumsubstratscheiben mit drei verschiedenen Dotierungsbereichen, wie beispielsweise einem dort dargestellten, n-dotierten Halbleiterbereich, einem p-dotierten Halbleiterbereich und n^+ -dotierte Halbleiterbereiche. Diese Substratscheiben sind außerdem bereits auf jeweils einer Oberfläche mit einer Nickelsilicidschicht versehen und auf der anderen dieser gegenüberliegenden Oberfläche an den n^+ -dotierten Teilen derselben mit einer Aluminiumschicht bedeckt, während die übrigen Teile dieser Oberfläche SiO_2 -Bereiche tragen. Zunächst wird die Aluminiumschicht angeätzt und aktiviert, zum Beispiel mit Zinkatbeize darunter sei eine wässrige Lösung der Zusammensetzung 100-500 g/l NaOH, 20 - 100 g/l ZnO, 10 - 50 g/l Seignettesalz und 1 - 3 g/l $FeCl_3$ verstanden. Danach erfolgt eine Aktivierung der Nickelsilicidschicht, zum Beispiel mit gepufferter Flußsäure. Anschließend werden die Siliciumsubstratscheiben in ein Nickelbad mit einer Temperatur von 85 bis 95°C und, wie etwa in Fig. 6 dargestellt, zur stromlosen Vernickelung eingeführt. Dabei scheidet sich Nickel auf den Aluminiumschichten und der Nickelsilicidschicht ab, während

auf den SiO_2 -Bereichen kein Nickel aufwächst. Anschließend kann zum Schutze der Nickelschicht oder zum Zwecke der besseren Benetzung der Nickelschicht mit dem aufzubringenden Lot, auf der Nickelschicht zunächst eine Goldschicht angebracht werden. Die Aufbringung dieser Goldschicht erfolgt ebenfalls wie die Aufbringung der Nickelschicht durch stromlose Abscheidung in einem dazu geeigneten Bad mit einer Temperatur von $90 - 110^\circ\text{C}$, welches wie in Figur 6 dargestellt, angeordnet sein kann. Daran anschließend oder unmittelbar nach der Nickelbeschichtung der Halbleiterplatten erfolgt das Aufbringen einer Lotschicht. Dieses kann durch Eintauchen der vorbehandelten Halbleiterplatten in ein Bad aus geschmolzenem Lot erfolgen. Hierzu kann ebenfalls eine Vorrichtung, wie sie in Fig. 6 dargestellt ist, verwendet werden. Als Lotschmelzen werden zum Beispiel bleienthaltende Schmelzen bei einer Temperatur um ca. 340°C verwendet, welche zusätzlich 3 bis 6% Zinn enthalten können. Das geschmolzene Lot benetzt wiederum nur die Nickel- beziehungsweise Goldschichten, während SiO_2 -Bereiche frei von Lotschichten bleiben. Die möglicherweise aufgebrachten Goldschichten lösen sich in dem benutzten bleihaltigen Lotschmelzen völlig auf. Durch eine nachfolgende Zerteilung der Halbleiterscheiben erhält man die gewünschten Halbleiterbauelemente.

Anschließend sei noch einmal darauf hingewiesen, daß das erfindungsgemäße Verfahren durch gleichzeitige Kontaktierung mehrere Halbleiterscheiben und insbesondere auch gleichzeitige Kontaktierung beider Oberflächen einer Halbleiterscheibe erhebliche wirtschaftliche Vorteile bringt. Außerdem gibt dieses Verfahren die Möglichkeit der Rationalisierung und Automatisierung.

6 Figuren

11 Patentansprüche

509808/0954

VPA 9/110/3064

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Weichgelötete Kontaktanordnung für ein elektrisches Bauelement, insbesondere ein Halbleiterbauelement, das in einer Substratscheibe vorgesehen ist, bei dem auf mindestens der einen Oberfläche der Substratscheibe an zumindest einem Teil dieser Oberfläche eine Aluminiumschicht vorgesehen ist, g e k e n n z e i c h n e t d u r c h eine auf der Aluminiumschicht vorgesehene Nickelschicht und eine auf der Nickelschicht aufgebraute niedrigschmelzende Lotschicht.
2. Kontaktanordnung nach Anspruch 1, d a d ü r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Nickelschicht 1 bis 10 Gew. % Kupfer aufweist.
3. Kontaktanordnung nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Aluminiumschicht zwischen 2 und 10 μm , insbesondere 6 μm , dick ist.
4. Kontaktanordnung nach einem der Ansprüche 1 - 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Nickelschicht 0,5 bis 2 μm , insbesondere 1 μm , dick ist.
5. Kontaktanordnung nach einem der Ansprüche 1 - 4, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Lotschicht 30 bis 70 μm , insbesondere 50 μm , dick ist.

6. Kontaktanordnung nach einem der Ansprüche 1 - 5, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Lotschicht mindestens teilweise Blei enthält.
7. Kontaktanordnung nach einem der Ansprüche 1 - 6, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Lotschicht 3 bis 6 Gew.% Zinn aufweist.
8. Verfahren zur Herstellung der Kontaktanordnung nach einem der Ansprüche 1 - 7, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Nickelschicht nach einem Anätzen und einer Aktivierung der Aluminiumschicht in einem Nickelbad stromlos aufgebracht wird und daß auf der Nickelschicht die Lotschicht abgeschieden wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß nach dem Aufbringen der Nickelschicht eine 0,05 bis 0,2 μ m dicke, insbesondere 0,1 μ m dicke, Goldschicht aufgebracht wird, die sich nach dem Abscheiden der Lotschicht in dieser löst.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 oder 9, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß das Abscheiden der Lotschicht durch Tauchen in ein Lotbad erfolgt.
11. Verwendung der Verfahren nach einem der Ansprüche 8 - 10 zur Herstellung eines Halbleiterbauelements mit mindestens zwei Kontakten, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die andere der einen gegenüberliegenden Oberfläche der Substratscheibe eine Nickelsilicidschicht enthält und daß diese Nickelsilicidschicht mit einer 0,5 bis 2 μ m

dicken, insbesondere 1 μ m dicken, Nickelschicht und des weiteren mit iner darauf angeordneten 30 bis 70 μ m dicken, insbesondere 50 μ m dicken, Schicht aus niedrigschmelzendem Lot versehen ist, wobei die Beschichtung mit Nickel und Lot der beiden gegenüberliegenden Oberflächen vorzugsweise gleichzeitig durchführbar ist und wobei vorzugsweise nach Aufbringen der Nickelschicht eine 0,05 bis 0,2 μ m dicke, insbesondere 0,1 μ m dicke, Goldschicht vorgesehen ist.

VPA 9/110/3064

509808/0954

- 124 -
Leerseite

-13-

Fig.1

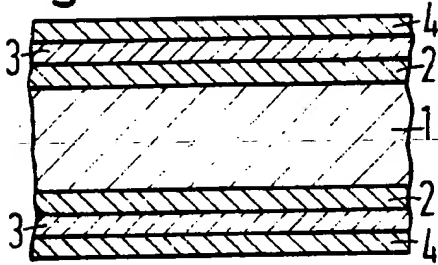


Fig.2

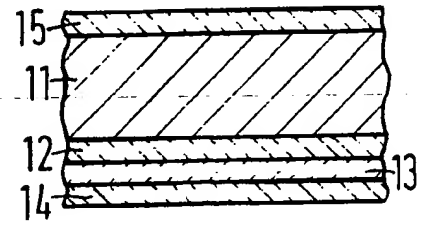


Fig.3

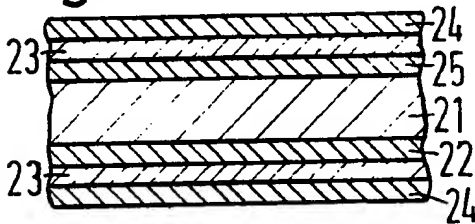


Fig.4

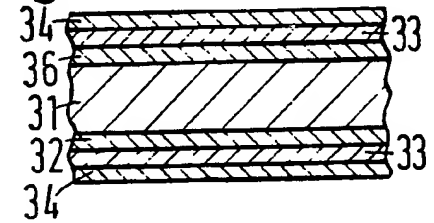


Fig.5

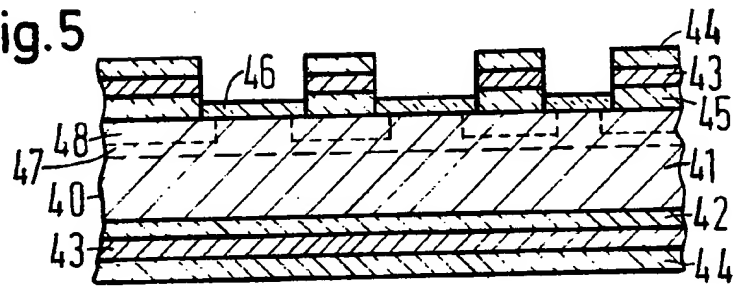
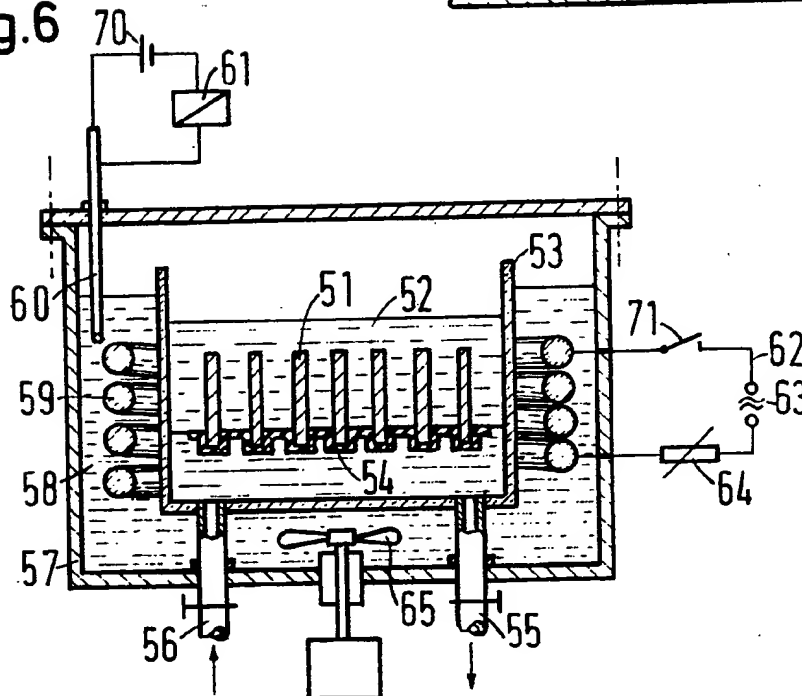


Fig.6



509808/0954

Ho1L 1-14 AT:o9.o8.73 OT:2o.o2.75